

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

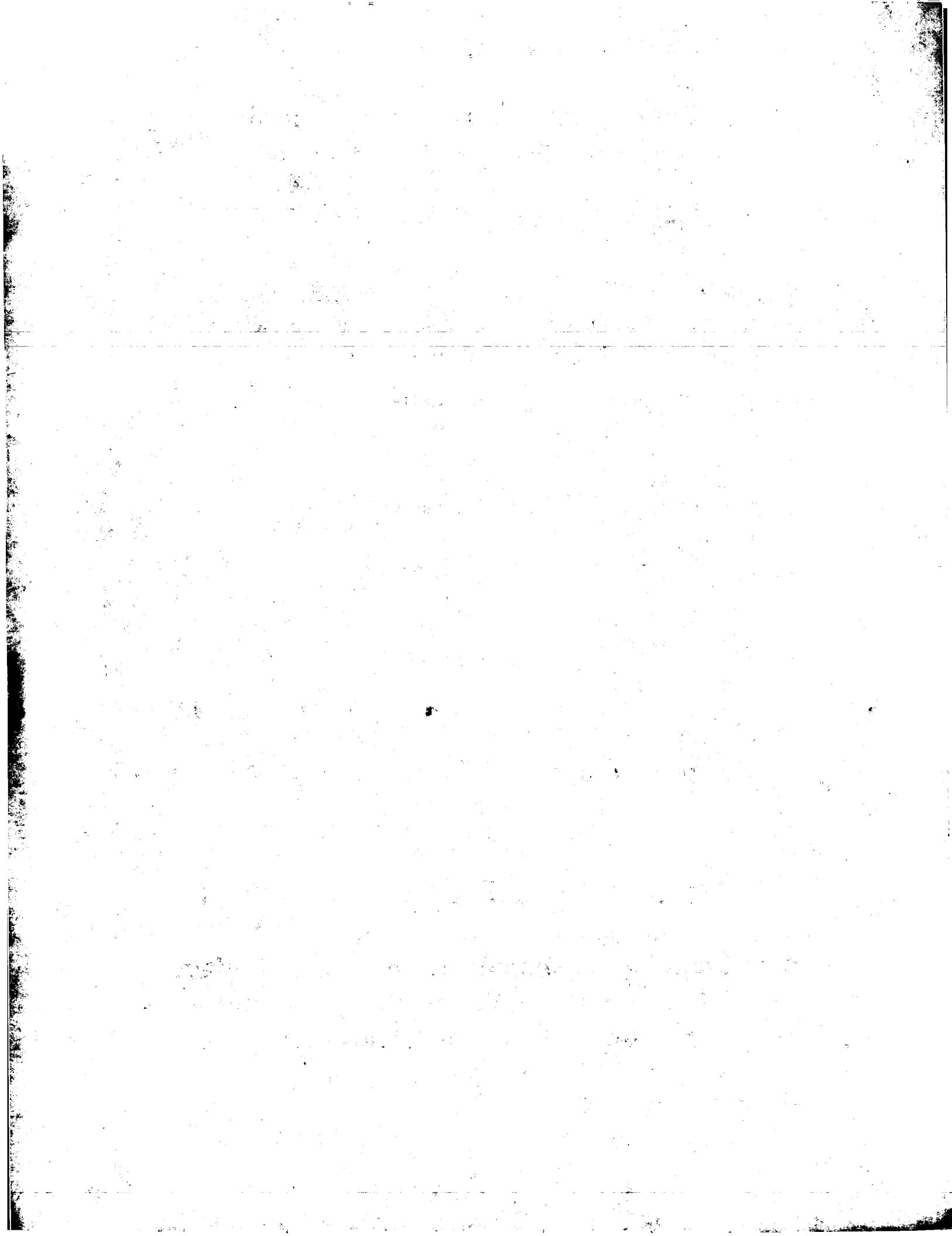
Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-239683

(43)Date of publication of application : 11.09.1998

(51)Int.Cl.

G02F 1/1335

(21)Application number : 09-167006

(71)Applicant : SHARP CORP

(22)Date of filing : 24.06.1997

(72)Inventor : YABUTA HIROSHI
YOSHIMURA KAZUYA

(30)Priority

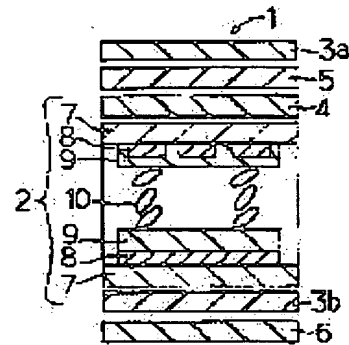
Priority number : 08344889 Priority date : 25.12.1996 Priority country : JP

(54) REFLECTIVE-TYPE LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an ECB (birefringence control) reflective-type color STN (super-twisted nematic) liquid crystal display device by which a problem that a display color is considerably changed by angles of observation is solved.

SOLUTION: A liquid crystal display device 1 consists of a liquid crystal display element 2, a polarizing plate 3a arranged on the observer side of the liquid crystal display element 2, a polarizing plate 3b arranged on the side opposite to the observer side of the liquid crystal display element 2, a phase difference plate 4 arranged between the liquid crystal display element 2 and the polarizing plate 3a, a light diffusion plate 5 arranged between the polarizing plate 3a and the phase difference plate 4, and a reflection plate 6 arranged on the outside of the polarizing plate 3b. A transparent electrode 8 and an oriented film 9 are formed on surfaces facing each other of a pair of glass substrates 7 forming the liquid crystal display element 2. Liquid crystal 10 is interposed between glass substrates 7. Thus, the ECB reflective-type color STN liquid crystal display device is constituted.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 21.07.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 28.01.2003

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection] 2003-03282

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 27.02.2003

[Date of extinction of right]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

THIS PAGE BLANK (USPTO)

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-239683

(43) 公開日 平成10年(1998) 9月11日

(51) Int. Cl.⁶
G 0 2 F 1/1335識別記号
5 1 0F I
G 0 2 F 1/1335

5 1 0

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平9-167006

(22) 出願日 平成9年(1997) 6月24日

(31) 優先権主張番号 特願平8-344889

(32) 優先日 平8(1996)12月25日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 藤田 浩志

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

シャープ株式会社内

(72) 発明者 ▲宮▼村 和也

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

シャープ株式会社内

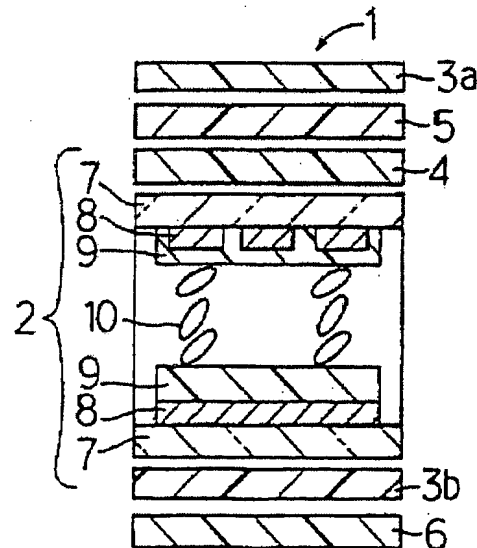
(74) 代理人 弁護士 梅田 勝

(54) 【発明の名称】 反射型液晶表示装置

(57) 【要約】

【課題】 観察する角度によって表示色が大きく変化することを改善した ECB 方式反射型カラー STN 液晶表示装置を提供する。

【解決手段】 本発明に係わる液晶表示装置 1 は、液晶表示素子 2 と、液晶表示素子 2 の観察者側に配置される偏光板 3 a と、液晶表示素子 2 の非観察者側に配置される偏光板 3 b と、液晶表示素子 2 と偏光板 3 a との間に配置される位相差板 4 と、偏光板 3 a と位相差板 4 との間に配置される光拡散板 5 と、偏光板 3 b の外側に配置される反射板 6 とから構成される。液晶表示素子 2 を構成する一対のガラス基板 7 の対向する表面には、それぞれ透明電極 8 及び配向膜 9 が形成される。ガラス基板 7 間には液晶 10 が介在される。このようにして、ECB 方式反射型カラー STN 液晶表示装置を構成する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 一対の偏光板間に、ECB方式反射型カラーSTN液晶表示素子が介在されてなる反射型液晶表示装置において、

観察者側の偏光板と前記液晶表示素子との間に、特定方向に光を拡散する光拡散板を有することを特徴とする反射型液晶表示装置。

【請求項 2】 観察者側の偏光板と前記液晶表示素子との間に、前記光拡散板では拡散しない方向の視野角特性を改善する位相差板を有することを特徴とする請求項 1記載の反射型液晶表示装置。

【請求項 3】 前記光拡散板は、屈折率が互いに異なる領域を有する2枚のフィルムを積層して構成され、前記領域は、フィルムの法線方向に対して前記特定方向に所定の角度だけ傾斜した方向に平行に設けられ、各フィルムの前記角度は、法線方向を中心として互いに反対方向となるように設定されていることを特徴とする請求項 1または2記載の反射型液晶表示装置。

【請求項 4】 前記位相差板は、3次元方向の屈折率 n_x 、 n_y 、 n_z が、 $n_x > n_z > n_y$ の関係を有し、前記光拡散板で拡散された光の拡散方向と前記位相差板の遅相軸とのなす角が、 55° 以上 75° 以下であることを特徴とする請求項 2または3記載の反射型液晶表示装置。

【請求項 5】 $N_z = (n_x - n_z) / (n_x - n_y)$ で表される前記位相差板の仰角変化に対するレタデーション値の変化の割合を示す係数 N_z が、波長 λ が533nmのときに、0.2以上0.4以下であることを特徴とする請求項 4記載の反射型液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、反射型液晶表示装置に関するもので、特に、複屈折効果を利用してカラー表示を行うECB方式反射型カラーSTN（スーパーツイステッドネマチック）液晶表示装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 携帯型情報機器のディスプレイには、携帯性を考慮して反射型白黒STN液晶表示装置が採用されているが、視認性向上のため、複数色のカラー表示が可能な反射型カラー液晶表示装置の開発が行われている。特に、カラーフィルターを用いずにカラー表示を実現するため、ECB（複屈折制御）方式反射型カラーSTN液晶表示装置の開発が盛んに行われている。

【0003】 このECB方式反射型カラーSTN液晶表示装置の原理は、階調電圧を画素に印加すると、印加された階調電圧に応じて液晶分子の配向が変化し、これに伴って液晶表示素子のセル厚 d と液晶の屈折率異方性 Δn との積 $d\Delta n$ が変化し、その結果、液晶の複屈折効果によって $d\Delta n$ の変化に応じた色づきが出るというものである。

である。

【0004】 従来から用いられているSTN型液晶表示装置では、光をオン、オフすることが可能であれば、カラーフィルターを用いてカラー化が可能であり、 $d\Delta n$ は1000nm以下に設定されている。しかし、ECB方式の液晶表示装置では、カラーフィルターを用いずに $d\Delta n$ の変化によって多色表示させるため、 $d\Delta n$ を大きな値に設定する必要があり、 $d\Delta n$ は1000nm以上に設定されている。

【0005】 このように、 $d\Delta n$ を1000nm以上の大きな値に設定していることにより、ECB方式の液晶表示装置では、液晶の複屈折性が光の入射角によって大きく変化するため、表示色が液晶表示装置を観察する角度によって大きく変化（表示色の仰角変化）してしまうという問題点がある。

【0006】 この問題点を解決するために、特開平8-15691号公報に開示されているように、ECB方式の液晶表示装置に3次元方向の屈折率が $n_x > n_z > n_y$ の関係を有する2軸性位相差板を用いることが提案されている。

【0007】 この方法では、液晶の複屈折性は光の入射角によって変化するが2軸性位相差板の複屈折性は光の入射角が変化してもほとんど変わらないこと、及び2軸性位相差板の屈折率の関係により、光が液晶を垂直に透過した場合と斜めに透過した場合との位相差が2軸性位相差板によって補償されるため、表示色の仰角変化が抑えられる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、特開平8-15691号公報に開示されている方法を用いた場合であっても、ECB方式の液晶表示装置は、 $d\Delta n$ が大きいため、僅かな観察方向のずれでも $d\Delta n$ が変動してしまい、表示色の仰角変化は満足のできるものではない。

【0009】 本発明は、以上のような従来の問題点に鑑みなされたものであって、観察する角度によって表示色が大きく変化することを改善したECB方式反射型カラーSTN液晶表示装置を提供することを目的としている。

【0010】

【課題を解決するための手段】 前述した目的を達成するために、本発明の請求項 1記載の反射型液晶表示装置は、一対の偏光板間に、ECB方式反射型カラーSTN液晶表示素子が介在されてなる反射型液晶表示装置において、観察者側の偏光板と前記液晶表示素子との間に、特定方向に光を拡散する光拡散板を有することを特徴としている。

【0011】 請求項 2記載の反射型液晶表示装置は、請求項 1記載の反射型液晶表示装置において、観察者側の偏光板と前記液晶表示素子との間に、前記光拡散板では

拡散しない方向の視野角特性を改善する位相差板を有することを特徴としている。

【0012】請求項3記載の反射型液晶表示装置は、請求項1または2記載の反射型液晶表示装置において、前記光拡散板は、屈折率が互いに異なる領域を有する2枚のフィルムを積層して構成され、前記領域は、フィルムの法線方向に対して前記特定方向に所定の角度だけ傾斜した方向に平行に設けられ、各フィルムの前記角度は、法線方向を中心として互いに反対方向となるように設定されていることを特徴としている。

【0013】請求項4記載の反射型液晶表示装置は、請求項2または3記載の反射型液晶表示装置において、前記位相差板は、3次元方向の屈折率 n_x 、 n_y 、 n_z が、 $n_x > n_z > n_y$ の関係を有し、前記光拡散板で拡散された光の拡散方向と前記位相差板の遅相軸とのなす角が、 55° 以上 75° 以下であることを特徴としている。

【0014】請求項5記載の反射型液晶表示装置は、請求項4記載の反射型液晶表示装置において、 $N_z = (n_x - n_z) / (n_x - n_y)$ で表される前記位相差板の仰角変化に対するレタデーション値の変化の割合を示す係数 N_z が、波長 λ が 633nm のときに、 0.2 以上 0.4 以下であることを特徴としている。

【0015】本発明の反射型液晶表示装置によれば、観察者側の偏光板と液晶表示素子との間に、特定方向に光を拡散する光拡散板を有することにより、正面輝度を低下させることなく、表示色の仰角変化を改善することができる。これは、ECB方式反射型カラーSTN液晶表示装置の場合、カラーフィルターを用いないため、カラーフィルターを用いる液晶表示装置のように、各色相で光の波長によって生じた特性の差が、光拡散板による拡散効果でさらに強調されることがないからである。

【0016】また、観察者側の偏光板と液晶表示素子との間に、光拡散板では拡散しない方向の視野角特性を改善する位相差板を有することにより、すべての方向でバランス良く表示色の仰角変化を改善することができる。

【0017】さらに、光拡散板は、屈折率が互いに異なる領域を有する2枚のフィルムを積層して構成され、前記領域は、フィルムの法線方向に対して特定方向に所定の角度だけ傾斜した方向に平行に設けられ、各フィルムの前記角度は、法線方向を中心として互いに反対方向となるように設定されることにより、光拡散板の法線方向に沿って入射した光は、拡散されずにそのまま出射して正面輝度を確保する。そして、法線方向に対して傾斜した方向に入射した光は、傾斜方向を特定方向と一致させることによって、特定方向に拡散されて表示色の仰角変化が改善される。

【0018】さらに、位相差板は、3次元方向の屈折率 n_x 、 n_y 、 n_z が、 $n_x > n_z > n_y$ の関係を有し、光拡散板で拡散された光の拡散方向と位相差板の遅相軸

とのなす角が、 55° 以上 75° 以下であることにより、すべての方向でバランス良く表示色の仰角変化を改善することができる。3次元位相差板は、その遅相軸方向の仰角におけるレタデーション変化を自由にコントロール（その値合いを係数 N_z で表す）できるため、従来の位相差板（2次元）に対して表示色の仰角変化を改善することができる。そして、光拡散板の光拡散方向と3次元位相差板の遅相軸のなす角を 55° 以上 75° 以下に設定することで、光拡散板による表示色の仰角変化の改善方向と3次元位相差板による表示色の仰角変化の改善方向とのバランスが取れ、すべての方向でバランス良く表示色の仰角変化を改善することができる。

【0019】さらに、 $N_z = (n_x - n_z) / (n_x - n_y)$ で表される位相差板の仰角変化に対するレタデーション値の変化の割合を示す係数 N_z が、波長 λ が 633nm のときに、 0.2 以上 0.4 以下であることにより、すべての方向でバランス良く表示色の仰角変化を改善することができる。

【0020】

【発明の実施の形態】図1乃至図14を用いて、本発明の実施の形態及び比較例について説明する。

【0021】（実施の形態）図1乃至図8を用いて、本発明の実施の形態について説明する。図1は本発明に係る液晶表示装置を示す断面図、図2は本発明に係る位相差板を示す説明図、図3は本発明に係る光拡散板を示す断面図、図4は本発明に係る液晶表示装置を構成する各部分の配設条件を示す説明図、図5は係数 N_z を $0.1 \sim 0.5$ まで変化させた場合の $6:00-12:00$ 方向の色差変化を示す説明図、図6は係数 N_z を $0.1 \sim 0.5$ まで変化させた場合の $3:00-9:00$ 方向の色差変化を示す説明図、図7は遅相軸方向と光拡散方向とのなす角度を $50^\circ \sim 80^\circ$ まで変化させた場合の $6:00-12:00$ 方向の色差変化を示す説明図、図8は遅相軸方向と光拡散方向とのなす角度を $50^\circ \sim 80^\circ$ まで変化させた場合の $3:00-9:00$ 方向の色差変化を示す説明図である。

【0022】図1に示すように、本発明に係る液晶表示装置1は、液晶表示素子2と、液晶表示素子2の観察者側に配置される偏光板3aと、液晶表示素子2の非観察者側に配置される偏光板3bと、液晶表示素子2と偏光板3aとの間に配置される位相差板4と、偏光板3aと位相差板4との間に配置される光拡散板5と、偏光板3bの外側に配置される反射板6とから構成される。

【0023】液晶表示素子2を構成する透光性を有する一対のガラス基板7の対向する表面には、それぞれITO（インジウム 錫酸化物）からなる透明電極8が形成され、ガラス基板7の透明電極8が形成された表面には、ほぼ全面にポリイミド樹脂等からなる配向膜9がそれぞれ形成される。

【0024】配向膜9は、ガラス基板7間に介在される

液晶 10 の液晶分子が 250° のねじれ構造をとるように、ラビングによって配向処理が施されている。液晶 10 としては、正の誘電率異方性を有するネマチック液晶に、ねじれ方向を規制するためのカイラル物質として、コレステリックノナノイトを数%添加した混合液晶材料を用いる。混合液晶材料の Δn は 0.24 であり、液晶表示素子 2 のセル厚は $7.5\mu\text{m}$ に設定される。

【0025】偏光板 3a 及び 3b には、単体透過率 45% 、偏光度 99.9% のものを用い、位相差板 4 には、3 次元位相差板を用いる。

【0026】3 次元位相差板は、3 次元方向でそれぞれ屈折率が異なり、3 方向の主屈折率を n_x 、 n_y 、 n_z とした場合、3 次元位相差板面内方向の屈折率を n_x 、 n_y ($n_x > n_y$) とし、3 次元位相差板の厚み方向の屈折率を n_z としたとき、 $n_x > n_z > n_y$ となるように設定されているものである。

【0027】3 次元位相差板の仰角の変化に対応するレタデーションの変化の割合を 3 次元の屈折率を用いて、係数 $N_z = (n_x - n_z) / (n_x - n_y)$ と規定すれば、波長 λ が 633nm のときに、 $N_z = 0.2 \sim 0.4$ が望ましく、本実施の形態においては、 $N_z = 0.3$ のものを用いている。また、材質はポリカーボネートからなり、レタデーション値は 2000nm のものを用いている。

【0028】本実施の形態で用いる位相差板 4 は、図 2 に示すように、 $N_z = 0.3$ 、レタデーション値 400nm の 5 枚の位相差フィルム 11 を、遅相軸 12 を揃えて積層した構成になっている。

【0029】光拡散板 5 は、図 3 に示すように、屈折率が互いに 0.04 程度異なる 2 種類の領域 13a 及び 13b を、一定の角度 θ (θ は任意に設定できるが、 $30^\circ \sim 50^\circ$ の間が好ましく、本実施の形態においては、 45° のものを用いる) を持つように交互に並べたフィルム 14a 及び 14b を積層したもの、例えば住友化学製ルミスティー等を用いる。

【0030】光拡散板 5 に、垂直に入射した光 15 はそのまま出射するが、角度 θ と平行に入射した光 16 はブラッグ回折により拡散し、表示色の仰角変化を改善することができるようになる。しかし、フィルム 14a 及び 14b の構成上、角度 θ と平行に入射した光 16 は一方方向のみ拡散され、一方方向の表示色の仰角変化しが改善できない。

【0031】このため、本実施の形態においては、フィルム 14a 及び 14b を、角度 θ が法線方向を中心として互いに反対方向となるように積層し、例えば $3:00-9:00$ 方向の 2 方向の表示色の仰角変化を改善している。

【0032】本実施の形態で用いる光拡散板 5 は、位相差を有しないものであり、また、光拡散板 5 を保護する目的で偏光板 3a と位相差板 4 の間に配置している。

【0033】次に、液晶表示装置 1 を構成する各部材の配設条件について説明する。図 4 に示すように、一方の配向膜 9 の液晶分子配向軸 (ラビング軸) は、矢印 A で示すように、 $9:00$ 方向から時計回りに 35° 傾いている。他方の配向膜 9 の液晶分子配向軸方向は、矢印 B で示すように、 $12:00$ 方向から時計回りに 55° 傾いている。したがって、液晶分子のねじれ角は 250° に設定される。

【0034】光拡散板 5 の光拡散方向は、矢印 C で示すように、 $3:00-9:00$ 方向の 2 方向である。偏光板 3a の吸収軸方向は、矢印 D で示すように、 $12:00$ 方向から時計回りに 70° 傾いている。偏光板 3b の吸収軸方向は、矢印 E で示すように、 $6:00$ 方向から時計回りに 5° 傾いている。また、位相差板 4 の遅相軸 12 方向は、矢印 F で示すように、 $6:00$ 方向から時計回りに 30° 傾いている。

【0035】表示色の仰角変化をすべての方向でバランス良く改善するためには、位相差板 4 の遅相軸 12 方向と光拡散板 5 の光拡散方向とのなす角度、つまり、矢印 C と矢印 F とのなす角度を $55^\circ \sim 75^\circ$ に設定することが望ましい。本実施の形態においては、矢印 C と矢印 F とのなす角度を 60° に設定している。

【0036】ここで、位相差板 4 の係数 N_z が $0.2 \sim 0.4$ が望ましい理由について説明する。

【0037】

【数 1】

$$\Delta E^*_{ab}$$

【0038】上記数式は、JIS Z 8729 に準じて色差を表すものであり、真上の色を原点としているため、この値が大きくなる程、色差変化が大きくなり、視野角特性が悪くなることを示している。

【0039】図 5 に示すように、係数 N_z を $0.1 \sim 0.5$ まで変化させた場合、 $6:00-12:00$ 方向の色差変化は、 $N_z = 0.1$ 及び $N_z = 0.5$ のときに、色差が大きくなって視野角特性が悪くなっている。

【0040】また、図 6 に示すように、係数 N_z を $0.1 \sim 0.5$ まで変化させた場合、 $3:00-9:00$ 方向の色差変化は、 $N_z = 0.1$ 及び $N_z = 0.5$ のときに、色差が大きくなって視野角特性が悪くなっている。

【0041】したがって、係数 N_z が $0.2 \sim 0.4$ の場合に、すべての方向においてバランス良く表示色の仰角変化を改善することができる。

【0042】さらに、位相差板 4 の遅相軸 12 方向と光拡散板 5 の光拡散方向とのなす角度を $55^\circ \sim 75^\circ$ に設定することが望ましい理由について説明する。

【0043】図 7 に示すように、遅相軸 12 方向と光拡散方向とのなす角度を $50^\circ \sim 80^\circ$ まで変化させた場合、 $6:00-12:00$ 方向の色差変化は、それ程大きな差ではない。

【0044】しかし、図8に示すように、遅相軸12方向と光拡散方向とのなす角度を50°～80°まで変化させた場合、3:00-9:00方向の色差変化は、遅相軸12方向と光拡散方向とのなす角度が50°及び80°のときに、色差が大きくなって視野角特性が悪くなっている。

【0045】したがって、遅相軸12方向と光拡散方向とのなす角度を55°～75°に設定した場合に、すべての方向においてバランス良く表示色の仰角変化を改善することができる。

【0046】（比較例）図9及び図10を用いて、比較例について説明する。図9は従来の液晶表示装置を示す断面図、図10は従来の液晶表示装置を構成する各部件の配設条件を示す説明図である。

【0047】図9に示すように、従来の液晶表示装置51は、液晶表示素子2と、液晶表示素子2の観察者側に配置される偏光板3aと、液晶表示素子2の非観察者側に配置される偏光板3bと、液晶表示素子2と偏光板3aとの間に配置される位相差板52と、偏光板3bの外側に配置される反射板6とから構成される。

【0048】液晶表示素子2は、本発明の実施の形態と同様であり、透光性を有する一対のガラス基板7の対向する表面には、それぞれITOからなる透明電極8が形成され、ガラス基板7の透明電極8が形成された表面には、ほぼ全面にポリイミド樹脂等からなる配向膜9がそれぞれ形成される。

【0049】配向膜9は、ガラス基板7間に介在される液晶10の液晶分子が250°のねじれ構造をとるように、ラビングによって配向処理が施されている。液晶10としては、正の誘電率異方性を有するネマチック液晶に、ねじれ方向を規制するためのカイラル物質として、コレステリックノナノエイトを数%添加した混合液晶材料を用いる。混合液晶材料の Δn は0.24であり、液晶表示素子2のセル厚は7.5 μ mに設定される。

【0050】偏光板3a及び3bには、単体透過率45%、偏光度99.9%のものを用い、位相差板52には、2次元位相差板を用いる。2次元位相差板はポリカーボネートからなり、レタレーション値は2000nmである。

【0051】次に、液晶表示装置51を構成する各部件の配設条件について説明する。図10に示すように、一方の配向膜9の液晶分子配向軸は、矢印Gで示すように、9:00方向から時計回りに35°傾いている。他方の配向膜9の液晶分子配向軸は、矢印Hで示すように、12:00方向から時計回りに55°傾いている。したがって、液晶分子のねじれ角は250°に設定される。

【0052】偏光板3aの吸収軸方向は、矢印Iで示すように、6:00方向から時計回りに5°傾いている。偏光板3bの吸収軸方向は、矢印Jで示すように、1

2:00方向から時計回りに70°傾いている。位相差板52の遅相軸方向は、矢印Kで示すように、6:00方向から時計回りに30°傾いている。

【0053】ここで、図11及び図12を用いて、実施の形態で説明した本発明に係わる液晶表示装置1の視野角特性と、比較例で説明した従来の液晶表示装置51の視野角特性とを比較する。図11は従来の液晶表示装置51、本発明の液晶表示装置1及び本発明の液晶表示装置1から光拡散板5を除いた液晶表示装置の6:00-12:00方向の色差変化を示す説明図、図12は従来の液晶表示装置51、本発明の液晶表示装置1及び本発明の液晶表示装置1から光拡散板5を除いた液晶表示装置の3:00-9:00方向の色差変化を示す説明図である。尚、図11及び図12において、有り及び無しは、光拡散板5の有無を示している。

【0054】図11に示すように、6:00-12:00方向の色差変化は、本発明の液晶表示装置1及び本発明の液晶表示装置1から光拡散板5を除いた液晶表示装置については、大きな差はなく、ともに良好な特性を示しているが、従来の液晶表示装置51については、極端に色差変化が大きくなっている。

【0055】例えば、次式で示すときに表示色の仰角変化が生じるとした場合について説明する。

【0056】

【数2】

$$\Delta E^*ab = 6$$

【0057】6:00-12:00方向では、表示色の仰角変化が生じない範囲は、従来の液晶表示装置51が約10°、本発明の液晶表示装置1及び本発明の液晶表示装置1から光拡散板5を除いた液晶表示装置については約80°となる。

【0058】また、図12に示すように、3:00-9:00方向の色差変化は、本発明の液晶表示装置1については、良好な視野角特性を示しているが、従来の液晶表示装置51及び本発明の液晶表示装置1から光拡散板5を除いた液晶表示装置については、色差変化が大きくなっている。

【0059】例えば、次式で示すときに表示色の仰角変化が生じるとした場合について説明する。

【0060】

【数3】

$$\Delta E^*ab = 6$$

【0061】3:00-9:00方向では、表示色の仰角変化が生じない範囲は、従来の液晶表示装置51が約9°、本発明の液晶表示装置1から光拡散板5を除いた液晶表示装置が約55°、本発明の液晶表示装置1については80°以上となる。

【0062】このように、本発明の液晶表示装置1によ

れば、従来の液晶表示装置51に対して、表示色の仰角変化が生じない範囲が6:00-12:00方向及び3:00-9:00方向とも約8倍とすることができる。

【0063】ここで、図13及び図14を用いて、比較例で説明した従来の液晶表示装置51の視野角特性と、従来の液晶表示装置51に光拡散板5を設けた液晶表示装置の視野角特性とを比較する。図13は従来の液晶表示装置51及び従来の液晶表示装置51に光拡散板5を設けた液晶表示装置の6:00-12:00方向の色差変化を示す説明図、図14は従来の液晶表示装置51及び従来の液晶表示装置51に光拡散板5を設けた液晶表示装置の3:00-9:00方向の色差変化を示す説明図である。尚、図13及び図14において、有りは光拡散板5の有無を示している。

【0064】図13に示すように、6:00-12:00方向の色差変化は、従来の液晶表示装置51と従来の液晶表示装置51に光拡散板5を設けた液晶表示装置とで大きな差はなく、ともに色差変化が大きくなっている。

【0065】また、図14に示すように、3:00-9:00方向の色差変化は、従来の液晶表示装置51については、色差変化が大きくなっているが、従来の液晶表示装置51に光拡散板5を設けた液晶表示装置については、視野角特性が改善されている。特に、仰角が $\pm 20^\circ$ を超えるあたりから効果が顕著なものとなり、これは表示色の仰角変化が生じてはいるものの、その廣合いが大きく改善されていることを示している。

【0066】このように、従来の液晶表示装置51に光拡散板5を設けた液晶表示装置、即ち本発明に係わる液晶表示装置によれば、従来の液晶表示装置51に対して、表示色の仰角変化が生じない範囲が広くなり、表示色の仰角変化が生じてもその廣合いを大きく改善することができる。

【0067】以上のように、光拡散板5を設けることによって視野角特性を改善することができるが、3次元位相差板と組み合わせることによってさらに良好な視野角特性を得ることができる。

【0068】

【発明の効果】以上の説明のように、本発明の反射型液晶表示装置によれば、観察者側の偏光板と液晶表示素子との間に、特定方向に光を拡散する光拡散板を有することにより、正面輝度を低下させることなく、表示色の仰角変化を改善し、視野角特性を向上させることができる。

【0069】また、観察者側の偏光板と液晶表示素子との間に、光拡散板では拡散しない方向の視野角特性を改善する位相差板を有することにより、すべての方向でバランス良く表示色の仰角変化を改善し、視野角特性を向上させることができる。

【0070】さらに、光拡散板は、屈折率が互いに異なる傾斜を有する2枚のフィルムを積層して構成され、前記傾斜は、フィルムの法線方向に対して特定方向に所定の角度だけ傾斜した方向に平行に設けられ、各フィルムの前記角度は、法線方向を中心として互いに反対方向となるように設定されることにより、正面輝度を確保するとともに、表示色の仰角変化を改善し、視野角特性を向上させることができる。

【0071】さらに、位相差板は、3次元方向の屈折率 n_x 、 n_y 、 n_z が、 $n_x > n_z > n_y$ の関係を有し、光拡散板で拡散された光の拡散方向と位相差板の遅相軸とのなす角が、 55° 以上 75° 以下であることにより、すべての方向でバランス良く表示色の仰角変化を改善し、視野角特性を向上させることができる。

【0072】さらに、 $N_z = (n_x - n_z) / (n_x - n_y)$ で表される位相差板の仰角変化に対するレタデーション値の変化の割合を示す係数 N_z が、波長が633nmのときに、0.2以上0.4以下であることにより、すべての方向でバランス良く表示色の仰角変化を改善し、視野角特性を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係わる液晶表示装置を示す断面図である。

【図2】本発明に係わる位相差板を示す説明図である。

【図3】本発明に係わる光拡散板を示す断面図である。

【図4】本発明に係わる液晶表示装置を構成する各部材の記号条件を示す説明図である。

【図5】係数 N_z を0.1~0.5まで変化させた場合の6:00-12:00方向の色差変化を示す説明図である。

【図6】係数 N_z を0.1~0.5まで変化させた場合の3:00-9:00方向の色差変化を示す説明図である。

【図7】遅相軸方向と光拡散方向とのなす角度を 50° ~ 80° まで変化させた場合の6:00-12:00方向の色差変化を示す説明図である。

【図8】遅相軸方向と光拡散方向とのなす角度を 50° ~ 80° まで変化させた場合の3:00-9:00方向の色差変化を示す説明図である。

【図9】従来の液晶表示装置を示す断面図である。

【図10】従来の液晶表示装置を構成する各部材の記号条件を示す説明図である。

【図11】従来の液晶表示装置、本発明の液晶表示装置及び本発明の液晶表示装置から光拡散板を除いた液晶表示装置の6:00-12:00方向の色差変化を示す説明図である。

【図12】従来の液晶表示装置、本発明の液晶表示装置及び本発明の液晶表示装置から光拡散板を除いた液晶表示装置の3:00-9:00方向の色差変化を示す説明図である。

【図 13】従来の液晶表示装置及び従来の液晶表示装置に光拡散板を設けた液晶表示装置の6:00-12:00方向の色差変化を示す説明図である。

【図 14】従来の液晶表示装置及び従来の液晶表示装置に光拡散板を設けた液晶表示装置の3:00-9:00方向の色差変化を示す説明図である。

【符号の説明】

- 1 液晶表示装置
- 2 液晶表示素子
- 3 a、3 b 偏光板
- 4 位相差板
- 5 光拡散板
- 6 反射板

7 ガラス基板

8 透明電極

9 配向膜

10 液晶

11 位相差フィルム

12 遅相軸

13 a、13 b 領域

14 a、14 b フィルム

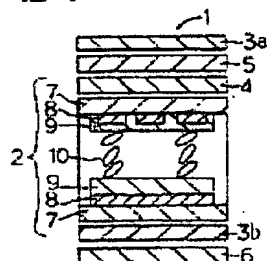
15 垂直に入射した光

16 角度 θ と平行に入射した光

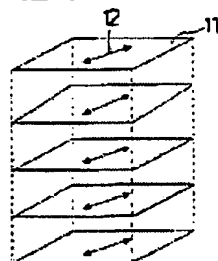
51 液晶表示装置

52 位相差板

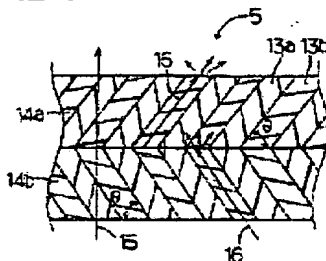
【図 1】



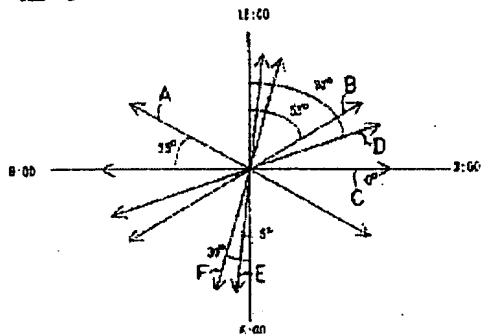
【図 2】



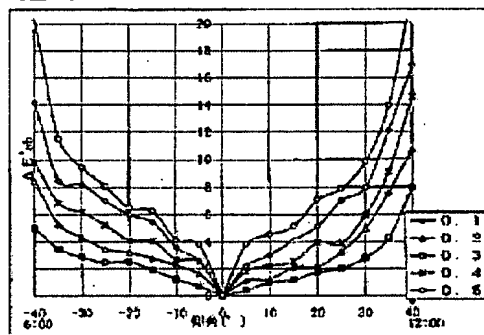
【図 3】



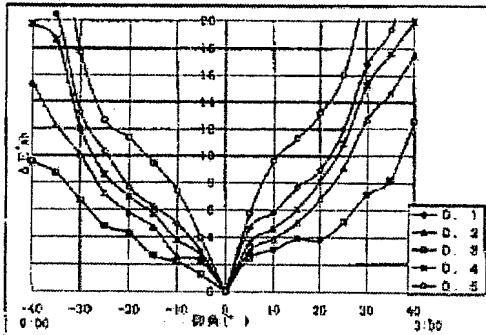
【図 4】



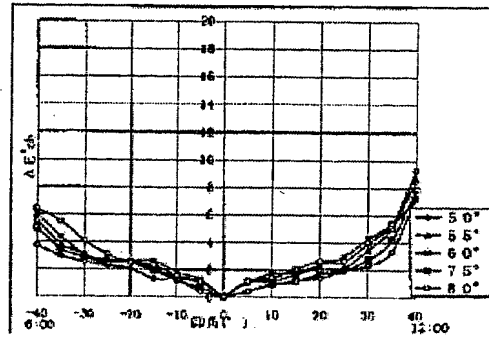
【図 5】



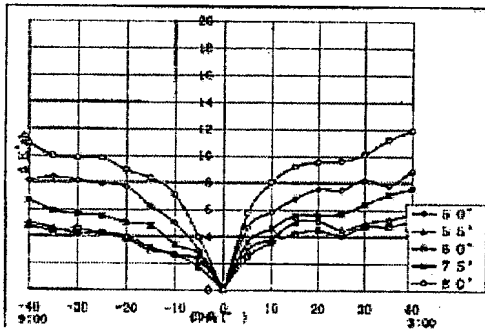
【図 6】



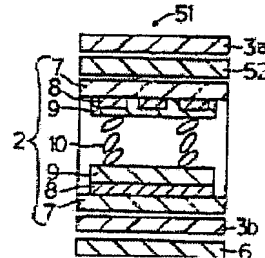
【図 7】



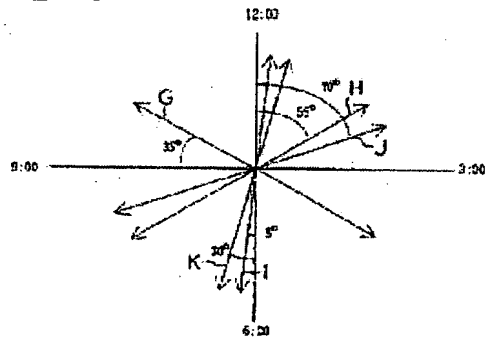
【図 8】



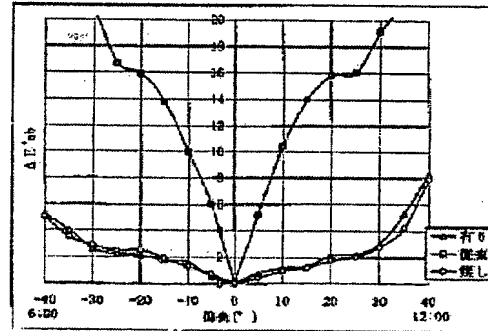
【図 9】



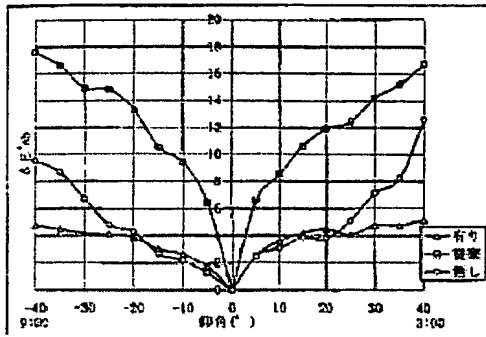
【図 10】



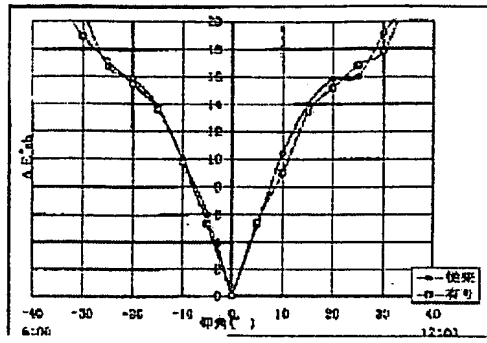
【図 11】



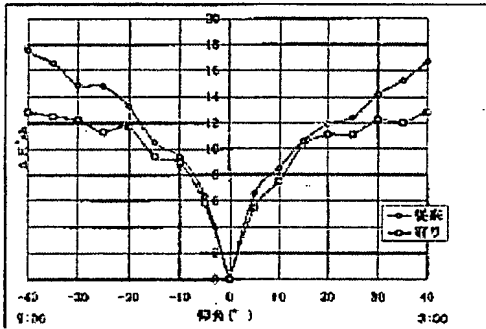
【図 12】



【図 13】



【図 14】



THIS PAGE BLANK (USPTO)